KAPACITET I NIVO USLUGE AUOPUTEVA (Osnovni odsek autoputa)

Definicija autoputa

Autoput se može definisati kao put sa posebnim (razdvojenim) kolovozima sa po dve ili više voznih i jednom zaustavnom trakom po smeru i sa potpunom kontrolom pristupa. Autoput je tip puta koji obezbeđuje u potpunosti neprekinuti tok. Takodje ne postoje raskrsnice u nivou i nije dozvoljen pristup sa okolnog zemljišta. Ne postoje signalisane raskrsnice ili raskrsnice u nivou sa prvenstvom prolaza, a ulazi na autoput i izlazi sa autoputa su organizovani sa rampama za uključivanje i isključivanje.

PRAKTIČNO IDEALNI USLOVI ?

Rampe su pravljene da omoguće manevre preplitanja, izlivanja i ulivanja pri velikim brzinama, tako da minimiziraju uticaj na glavni tok.

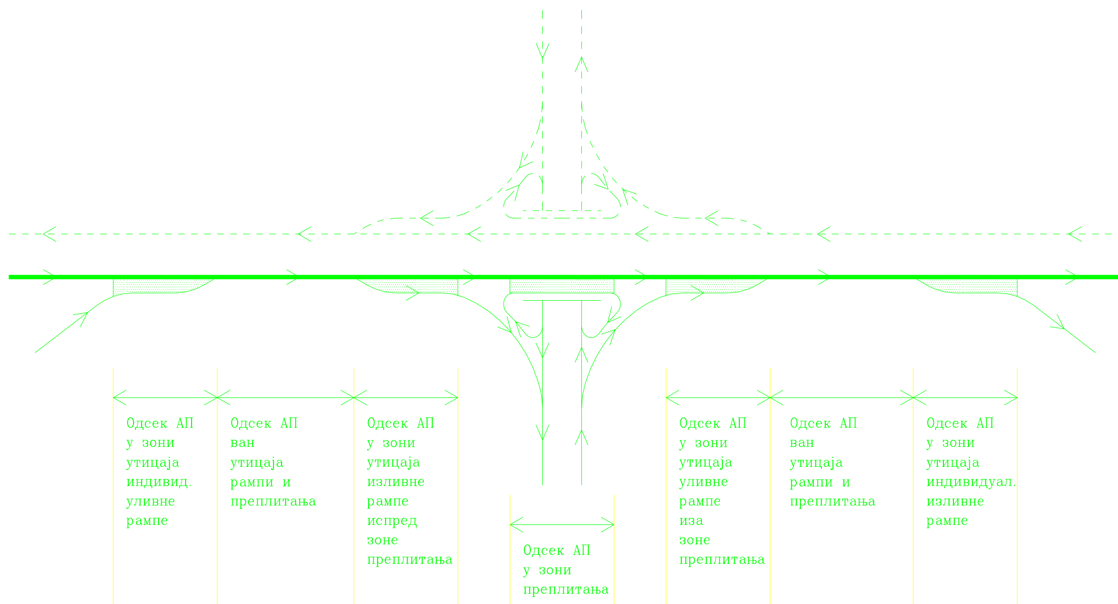
Glavni tok na autoputu nikad nije ometen svetlosnom ili vertikalnom signalizacijom. Suprotni tokovi su odvojeni neprekidnim središnjim razdelnim pojasom. Uslovi kretanja vozila na autoputu rezultat su prvenstveno medjudejstva vozila u saobraćajnom toku i međudejstva između vozila i tehničko-eksploatacionih karakteristika autoputa.

Autoput sa naplatom putarine istovetan je prethodnom opisu, osim što su u slučaju klasičnog sistema naplate putarine nužna prekidanja saobraćajnih tokova. Primena savremenih sistema naplate putarine eliminiše zaustavljanje vozila na autoputu sa putarinom.

Komponente autoputa

Polazeći od opštih uslova kretanja vozila na autoputu (uključivanje na autoput, vožnja autoputem i isključivanje sa autoputa), kompletan autoput sačinjavaju 3 funkcionalna dela (naredna slika.) i to:

- **osnovne deonice - odseci (segmenti) autoputa.** To su delovi autoputa na koji ne utiču manevri ulivanja, izlivanja i preplitanja sa obližnjih rampi.
- **odseci autoputa u zonama uticaja priključnih rampi.** To su mesta gde se ulivne i izlivne rampe priključuju na autoput. Priključne tačke, odnosno odseci autoputa iza ulivnih i ispred izlivnih rampi predstavljaju zone turbulentnih kretanja uzrokovanih koncentracijom vozila u ulivanju i izlivanju.
- **odseci autoputa u zoni preplitanja.** To su delovi autoputa gde dva ili više tokova vozila ukrštaju putanje kretanja po dužini autoputa. Zone preplitanja se uobičajeno formiraju kad zone ulivanja i prate zone izlivanja. Takodje se formiraju kad rampe za ulivanje prethode rampama za izlivanje, a obe su povezane pomoćnom trakom.



Slika   Autoputni sistem

Standardni uslovi u kojima su formulisani postupci analize kapaciteta i Nivoa Usluge osnovnih odseka autoputa

- **dobri vremenski uslovi,**
- **dobro stanje kolovoza i**
- **izostanak saobraćajnih nezgoda.**

Ako neki od navedenih uslova nije ispunjen analiza mora biti promenjena na bazi procene i moraju se uzeti u obzir uticaji promenjenih uslova. Posle analize pojedinih karakteristika više odseka (segmenata) autoputa, neophodno je razmotriti sve odseke (segmente) u kontinuitetu. ***Praktično kad nastane pad sistema na jednom odseku (segmentu), on prouzrokuje redove koji se šire unazad i na ostale odseke (segmente).***

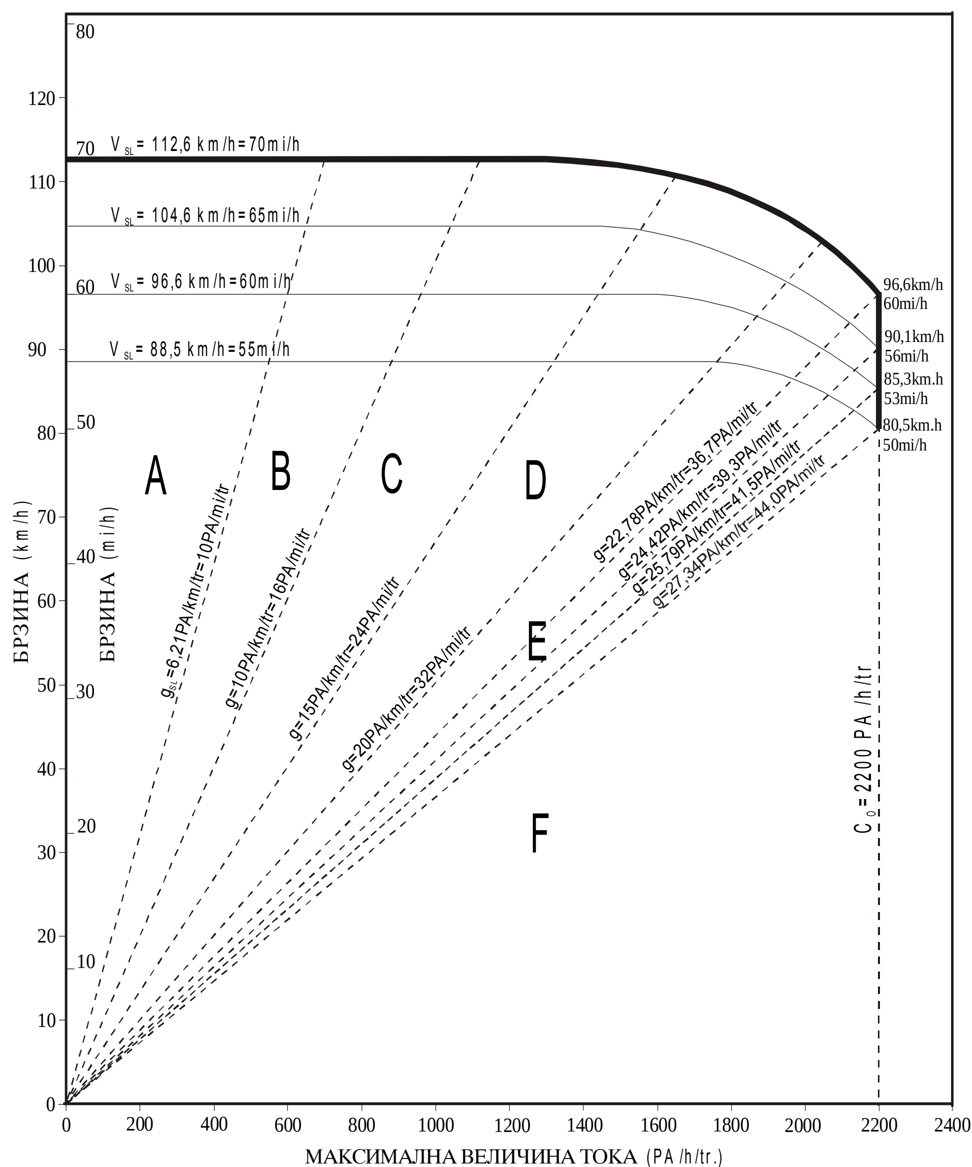
Osnovna termini

Sledeći termini su važni u ovim postupcima:

- **kapacitet autoputa** - maksimalan petnaestominutni protok (ekspandiran na jedan sat) na osnovnom odseku (segmentu) autoputa pri datim saobraćajnim i putnim uslovima na datom pravcu, odnosno smeru s obzirom da se kapacitet analizira po smerovima.
- **saobraćajni uslovi**- bilo koja karakteristika saobraćajnog toka koja može uticati na kapacitet, kao što su vremenska neravnomernost toka, neravnomernost po smerovima, sastav saobraćajnog toka u odnosu na tip vozila i karakteristike vozača.
- **putne karakteristike** - geometrijske karakteristike autoputa, kao što su broj i širina saobraćajnih traka, udaljenost nepokretnih bočnih smetnji (BS) sa strane i središnjih, krivinske karakteristike, brzina slobodnog toka, uzdužni nagib (usponi i padovi).

Model medjuzavisnosti baznih parametara saobraćajnog toka primenjen u HCM-1994 za traku autoputa u praktično idealnim uslovima

Na narednoj slici prikazane su dijagramske, a u narednoj tabeli numeričke me|uzavisnosti baznih parametara saobraćajnog toka koje su upotrebljene u HCM-1994. godine, u definisanju kapaciteta i *Nivoa Usluge* osnovnih odseka autoputa, odnosno kapaciteta i *Nivoa Usluge* saobraćajne trake u praktično idealnim uslovima.



Medjuzavisnosti baznih parametara saobraćajnog toka po HCM-1994.g.

Reperne vrednosti baznih parametara saobraćajnog toka po Nivoima Usluge za osnovne odseke autoputa prema HCM-1994.g.

NIVO USLUGE	MAKSIMALNA GUSTINA		MINIMALNA BRZINA		MAKSIMALNA VELI^INA TOKA	MAKSIMALNI ODNOS TOK/KAPACITET
	(PA/mi/tr)	(PA/km/tr)	(mi/h)	(km/h)	(PA/h/tr)	(-)
V_{SL}=70mi/h=112,63km/h						
A	10,0	**6,21**	70,0	**112,63**	700	0,318/0,304
B	16,0	**9,94**	70,0	**112,63**	1.120	0,509/0,487
C	24,0	**14,91**	68,5	**110,21**	1.644	0,747/0,715
D	32,0	**19,89**	63,0	**101,37**	2.015	0,916/0,876
E	36,7/39,7	**22,78/24,67**	60,0/58,0	**96,6/93,32**	2.200/2.300	1,00
F	-	-	-	-	-	-
V_{SL}= 65 mi/h = 104,59 km/h						
A	10,0	**6,21**	65,0	**104,59**	650	0,295/0,283
B	16,0	**9,94**	65,0	**104,59**	1.040	0,473/0,452
C	14,0	**14,91**	64,5	**103,78**	1.548	0,704/0,673
D	32,0	**19,89**	61,0	**98,15**	1.952	0,887/0,849
E	39,3/43,4	**24,42/26,97**	56,0/53,0	**90,10/85,28**	2.200/2.300	1,00
F	-	-	-	-	-	-
V_{SL}=60mi/h=96,54km/h						
A	10,0	**6,21**	60,0	**96,54**	600	0,272/0,261
B	16,0	**9,94**	60,0	**96,54**	900	0,436/0,417
C	24,0	**14,91**	60,0	**96,54**	1.440	0,655/0,626
D	32,0	**19,89**	57,0	**91,71**	1.824	0,829/0,793
E	41,5/46,0	**25,79/28,59**	53,0/50,0	**85,28/80,45**	2.200/2.300	1,00
F	-	-	-	-	-	-
V_{SL}=55mi/h=88,50km/h						
A	10,0	**6,21**	55,0	**88,50**	550	0,250/0,239
B	16,0	**9,94**	55,0	**88,50**	880	0,400/0,383
C	24,0	**14,91**	55,0	**88,50**	1.320	0,600/0,574
D	32,0	**19,89**	54,8	**88,17**	1.760	0,800/0,765
E	44,0/47,9	**27,34/29,77**	50,0	**80,45**	2.200/2.300	1,00
F	-	-	-	-	-	-

NAPOMENA : ***Ako vrednosti u tabeli sadrže razlomačku crtu (npr: 2200/2300) onda se prva vrednost odnosi na četvorotračne autoputeve, a druga vrednost na šestotračne autoputeve.***

Osvrt na reperne vrednosti baznih parametara saobraćajnog toka pri zasićenom toku na saobraćajnoj traci osnovnog odseka u praktično idealnim uslovima

Za opisane idealne uslove osnovnog odseka (segmenta) autoputa definisane su reperne vrednosti brzine toka, gustine toka i max. protoka za jednu saobraćajnu traku koje predstavljaju bazne vrednosti u svim obrascima za analizu praktičnog kapaciteta i *Nivoa Usluge* autoputeva. Prema HCM-1994.g., reperne vrednosti baznih parametara za 1saobraćajnu traku na osnovnom odseku u praktično idealnim uslovima iznose :

- MAKSIMALNI PROTOK, tj., bazni kapacitet saobraćajne trake 2.200 (PA/h/traci) za četvorotračne, odnosno 2.300 (PA/h/traci) za šesto-tračne autoputeve;
- BRZINA TOKA tj., brzina pri baznom kapacitetu trake - 96 (km/h),
- GUSTINA TOKA tj., gustina pri baznom kapacitetu trake - 22,8(PA/km/traci).

METODOLOGIJA ANALIZE NIVOA USLUGE

Nivo Usluge je kvalitativna mera kojom se opisuju uslovi saobraćaja na autoputu.

Merodavni pokazatelji za definisanje *Nivoa Usluge* na osnovnom odseku (segmentu) autoputa su :

- **BRZINA TOKA**, kao direktno merljiv pokazatelj;
- **GUSTINA TOKA**, kao pokazatelj koji se analitički utvrđuje na osnovu direktno merljivih pokazatelja (veličine toka i srednje prostorne brzine toka) i
- **RELACIJA TOK/KAPACITET**, kao pokazatelj koji se utvrđuje na osnovu veličine direktno merljivog pokazatelja (tok) i analitički izvedenog pokazatelja (kapacitet).

Primarnu ulogu u definisanju Nivoa Usluge imaju **BRZINA TOKA** i **GUSTINA TOKA**, a sekundarnu **RELACIJA TOK/KAPACITET.**

Prema HCM-1994.godine primarnu ulogu u definisanju *Nivoa Usluge* ima samo gustina toka, a sekundarnu brzina toka i relacija tok/kapacitet.

Tvrdnja autora HCM-1994.godine da je brzina toka približno konstantna za širok raspon vrednosti toka je prenaglašena. Ali, i da je ta tvrdnja u celini tačna, u vezi opredljenja da samo gustina toka ima ulogu primarnog pokazatelja u definisanju *Nivoa Usluge,* nameću se dva pitanja:

(1) Da li je opravdano u opisivanju uslova saobraćaja na autoputu isključiti direktno merljivu BRZINU TOKA**,** neizostavnog pokazatelja u svekolikim procesima planiranja, projektovanja, vrednovanja i eksploatacije putne mreže, kao i u operativnom upravljanju saobraćajnim tokovima.

(2) Da li je sa praktičnog aspekta opravdano ulogu primarnog pokazatelja dodeliti samo GUSTINI TOKA, nesporno suptilnom indikatoru uslova saobraćaja, ali praktično veoma teško merljivom. Zbog problema direktnog merenja, vrednost gustine u praksi se indirektno izračunava na bazi direktno lako merljivih pokazatelja (toka i brzine).

Najzad, male vrednosti **gustine** koje odgovaraju najvišim *Nivoima Usluge* (A i B) praktično su moguće i na deonicama na kojima nisu moguće brzine koje odgovaraju čak i nižim *Nivoima Usluge* (C i D), pa dodeljivanje primarne uloge **gustini toka** može dovesti do apsurdnih zaključivanja u praktičnoj analizi *Nivoa Usluge*. Do pomenutih apsurdnih zaključivanja u praktičnoj analizi *Nivoa Usluge* nije moguće doći jedino ukoliko se i **brzini** dodeli uloga primarnog pokazatelja. Najzad, ispravnije je da se nijednom pokazatelju ne dodeli primarna uloga, nego da se ta uloga dodeli samo **gustini**.

S obzirom na izloženo, preporuka da za definisanje *Nivoa Usluge* osnovnih odseka (segmenata) autoputa primarnu ulogu treba da imaju dva pokazatelja proizilazi kao logičan odgovor na dva napred postavljena pitanja.

Reperne vrednosti baznih pokazatelja (brzine, gustine, protoka i relacije tok/kapacitet) po Nivoima Usluge za osnovne segmente autoputa

(1) REŽIM SLOBODNOG TOKA U KOME USLOVI SAOBRAJAJA odgovaraju *Nivou Usluge* A

U ovom režimu brzine ne zavise od veličine i gustine toka, već su u funkciji tehničko-eksploatacionih karakteristika puta i sistema "vozilo-vozač".

Opšti obrazac za brzinu toka u **REŽIMU SLOBODNOG TOKA** glasi :

$V_{sl} \geq V_{NU"A"}$; $V_{NU"A"}=F(V_{sl})$ .... [5.1.]

Nivo Usluge A na osnovnim segmentima autoputa u praktično idealnim uslovima ostvaruje se pri gustini toka ($g_{NU"A"} \leq 6{,}2$ PA/km/traci), kao i pri protocima ($q_{NU"A"}$), i brzinama toka ($V_{NU"A"}$), koje su u funkciji slobodnog toka (V_{sl}) i osnovnog kapaciteta (C_0 = 2.200 PA/h/traci), tj., $q_{NU"A"} = F(V_{sl} ; C_0)$ i $V_{NU"A"} = F(V_{sl})$. Tako se za segmente svrstane u 4 tipične klase ostvaruju sledeće vrednosti :

(I) u praktično idealnim uslovima sa
V_{sl} = 120 (km/h); $q_{NU"A"} \leq 710$ (PA/h/tr.); $V_{NU"A"} \geq 115$ (km/h)......[5.1a.]

(II) u praktično idealnim uslovima sa
V_{sl} = 110 (km/h); $q_{NU"A"} \leq 650$ (PA/h/tr.); $V_{NU"A"} \geq 105$ (km/h)........[5.1b.]

(III) u praktično idealnim uslovima sa
V_{sl} = 100 (km/h); $q_{NU"A"} \leq 590$ (PA/h/tr.); $V_{NU"A"} \geq 95$ (km/h)........[5.1c.]

(IV) u praktično idealnim uslovima sa
V_{sl} = 90 (km/h); $q_{NU"A"} \leq 530$ (PA/h/tr.); $V_{NU"A"} \geq 85$ (km/h).......[5.1d.]

Na segmentima autoputa koji su lošiji od praktično idealnih, granične veličine gustine i toka pri *Nivou Usluge A* niže su od napred datih u praktično idealnim uslovima. U ovim slučajevima gustina (voz/km/traci) zavisi od sastava toka, tj., $g_{NU"A"}=F(P_{KV})$, a veličina toka pri *Nivou Usluge A (voz/h/traci)* u funkciji je V_{sl} i praktičnog kapaciteta C, tj., $lj_{NU"A"} = F(V_{sl} ; C)$.

(2) REŽIM NORMALNOG TOKA U KOME USLOVI SAOBRAĆAJA ODGOVARAJU *Nivoima Usluge* **B, C, D** i **E.**

U ovom režimu brzine zavise, pored tehničko-eksploatacionih karakteristika puta i karakteristika sistema "vozilo-vozač", još i od veličine i gustine toka.

Opšti obrazac za brzinu toka u **REŽIMU NORMALNOG TOKA** glasi :

$$V=V_{NU"A"} - K (q - q_{NU"A"}); \quad K=(V_{NU"A"} - V_c) / (C - q_{NU"A"}).$$

Vrednosti $V_{NU"A"}$, $q_{NU"A"}$, V_c i C zavise od tehničko-eksploatacionih karakteristika puta i karakteristika toka.

Obrasci za analizu brzine toka na tipičnim segmentima autoputa u praktično idealnim uslovima glase :

(I) za V_{SL} = 120 (km/h) i V_C = 85 (km/h)
$V = 115 - 0{,}202 (q - 710); \; 710 < q \leq 2.200$ .... [5.2a.]

(II) za V_{SL} = 110 (km/h) i V_C = 80 (km/h)
$V = 105 - 0{,}016\,(q - 650);\ \ 650 < q \leq 2.200$ .... [5.2b.]

(III) za V_{SL} = 100 (km/h) i V_C = 75 (km/h)
$V = 95 - 0{,}0124\,(q - 590);\ 590 < q \leq 2.200$ .... [5.2c.]

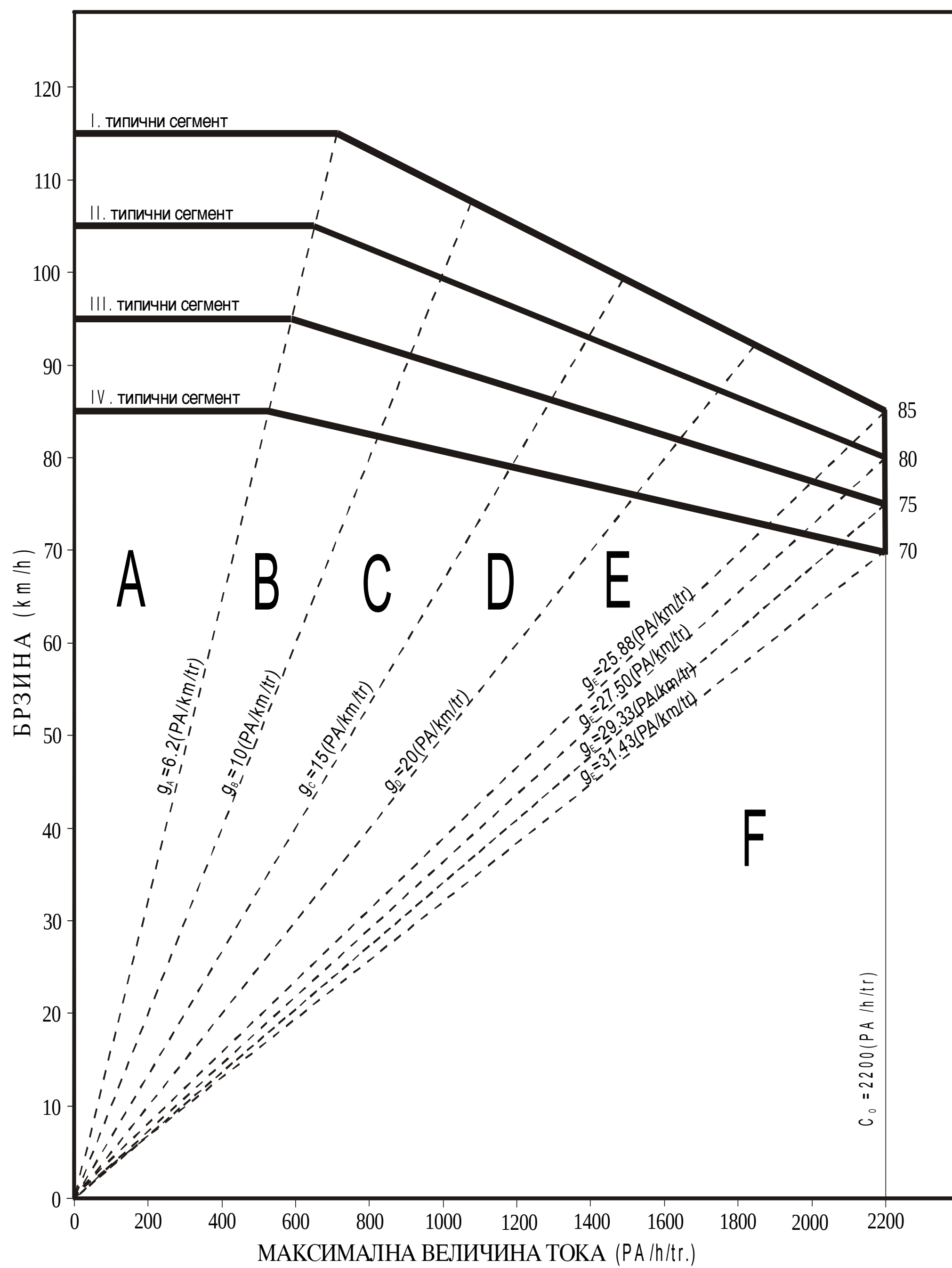
(IV) za V_{SL} = 90 (km/h) i V_C = 70 (km/h)
$V = 85 - 0{,}0090\,(q - 530);\ \ 530 < q \leq 2.200$ .... [5.2d.]

Na segmentima autoputa koji su lošiji od praktično idealnih, vrednosti koeficijenta K i toka pri *Nivou Usluge A* (voz/h/traci) različite su od napred datih u praktično idealnim uslovima. U ovim slučajevima

$K = f\,(V_{sl}, C, q_{NU\text{"}A\text{"}});\ \ q_{NU\text{"}A\text{"}} = F\,(V_{sl}, C)$.

Reperne vrednosti pokazatelja Nivoa Usluge za osnovne odseke autoputa u praktično idealnim uslovima - domaće preporuke

NIVO USLUGE	**MAKSIMALNA GUSTINA** (PA/km/tr.)	**MINIMALNA BRZINA** (km/h)	**MAKSIMALNI PROTOK** (PA/h/traci)	**MAKSIMALNI ODNOS TOK/KAPACITET**
		V_{SL} = 120 (km/h)		
A	6,20	**115**	710	0,323
B	10,00	**108**	1.080	0,491
C	15,00	**99**	1.490	0,677
D	20,00	**92**	1.840	0,836
E	25,88	**85**	2.200	1,000
F	-	-	-	-
		V_{SL} = 110 (km/h)		
A	6,20	**105**	650	0,295
B	10,00	**99**	990	0,450
C	15,00	**93**	1.390	0,634
D	20,00	**87**	1.740	0,791
E	27,50	**80**	2.200	1,000
F	-	-	-	-
		V_{SL} = 100 (km/h)		
A	6,20	**95**	590	0,268
B	10,00	**92**	920	0,418
C	15,00	**86**	1.290	0,586
D	20,00	**81**	1.620	0,736
E	29,33	**75**	2.200	1,000
F	-	-	-	-
		V_{SL} = 90 (km/h)		
A	6,20	**85**	530	0,241
B	10,00	**82**	820	0,373
C	15,00	**79**	1.190	0,541
D	20,00	**76**	1.520	0,691
E	31,43	**70**	2.200	1,000
F	-	-	-	-



Relacija brzina-tok sa graničnim vrednostima gustine po Nivoima Usluge

METODOLOGIJA UTVRDJIVANJA PRAKTIČNOG KAPACITETA I NIVOA USLUGE

Tradicionalno klasični obrasci

Tradicionalno klasični obrasci za utvrdjivanje praktičnog kapaciteta i *Nivoa Usluge* zasnivaju se na:

(1) Veličini maksimalnog protoka po traci pri praktično idealnim uslovima (C_0)

Ova veličina ima značenje **BAZNOG** ili **ELEMENTARNOG KAPACITETA SAOBRA]AJNE TRAKE** i iznosi C_0 = 2.200 (PA/h/tr).

(2) Veličini maksimalnog protoka po traci pri praktično idealnim uslovima pri pojedinim *Nivoima Usluge* (M_{ljNUi}).

(M_{ljNUi}) može se izračunati po sledećem obrascu :

$Mq_{NUi} = C_0 \times (q / C)_i$ .... [5.3.]

za Nivo Usluge *E* : q/C = 1; $Mq_{NU"E"} = C_0$

gde je :

M_{qNUi} -maksimalni protok po traci za jedan čas za *Nivo Usluge (i)*. U oceni *Nivoa Usluge* ova vrednost se direktno poredi sa podacima iz tabele 5.3. i slike 5.5.

$(q/C)_i$ -maksimalan odnos tok/kapacitet za *Nivo Usluge (i).*

Veličini maksimalnog protoka na osnovnom odseku autoputa u realnim putnim i saobraćajnim uslovima za odgovarajuće *Nivoe Usluge* (q_{NUi})

Maksimalni protok na osnovnom odseku autoputa u realnim putnim i saobraćajnim uslovima ima značenje **PRAKTIčNOG KAPACITETA** osnovnog odseka autoputa **(C).**

$$q_{NUi} = Mq_{NUi} \times N \times F_{BS} \times F_{KV} \times F_V \quad (voz/h/smeru)$$

Iz relacija [5.3.] i [5.4.] proizilazi obrazac koji glasi :

$$q_{NUi} = C_0 \times (q / C)_i \times N \times F_{BS} \times F_{KV} \times F_V \quad (voz/h/smeru)$$

Za NUE ; q/C =1 ; $q_{NU"E"}$ = C, pa obrazac [5.6.] glasi :

$$C = C_0 \times N \times F_{BS} \times F_{KV} \times F_V \quad (voz/h/smeru)$$

gde je :

C -praktični kapacitet osnovnog odseka autoputa (voz/h/smeru),

q_{NUi} -praktično maksimalni protok pri *Nivou Usluge (i)* pod realnim uslovima za N traka u jednom smeru,

N -broj traka u jednom smeru,

F_{BS} -faktor uticaja bočnih smetnji (nedovoljne širine traka i bankina tabela 5.4.),

F_{KV} -faktor uticaja učešća komercijalnih vozila u toku (obrazac [5.9.]),

F_V -faktor učešća vikend vozača u toku (tabela 5.9.).

$$q = Q / FVS$$

gde je :

Q -stvarni časovni protok (voz/h),

q -vrednost časovnog protoka izvedena iz 15-minutnog vršnog protoka u stvarnom časovnom protoku (voz/h),

FVS -faktor vršnog saobraćaja.

Vrednost časovnog protoka izvedena iz 15-minutnog vršnog protoka u stvarnom časovnom protoku može se transformisati i u tok putničkih automobila (PA), q_{PA} po sledećem obrascu :

$$q_{PA} = Q / (FVS \times F_{BS} \times F_{KV} \times F_V) \quad (PA/h)$$

Faktori prilagodjavanja realnim putnim i saobraćajnim uslovima

Prilagodjavanje bočnih smetnji usled nedovoljne širine traka i bankina

Praktično idealni uslovi za širinu trake za evropske uslove su 3,50 (m), a za širinu bankina 1,75 (m) . Prema HCM-1994.g. idealna širina traka je 3,66 (m), a širina bankina 1,83(m).

Razumna procena se mora upotrebiti u određivanju da li bočne smetnje predstavljaju "pravo ometanje". Ometanja mogu biti stalna, kao što su stubovi za osvetljavanje ili nadvožnjaci. U nekim slučajevima vozači se mogu navići na određene vrste ometanja, pa je u tom slučaju njihov uticaj na tok jako mali. Uobičajeni tipovi ograda nemaju uticaj na saobraćaj čak i kad su udaljeni od puta na kraćem rastojanju od 1,75 (m).

Faktor prilago|avanja za nedovoljne širine traka i bankina, tj. faktor uticaja bočnih smetnji F_{BS} dat je u tabeli 5.4. Ako postoje ometanja na obe strane, ali na različitim udaljenostima upotrebljava se srednja vrednost.

Vrednost faktora F_{BS}, kojim se iskazuje kvantitativni uticaj širine saobraćajne trake i udaljenosti bočnih smetnji na kapacitet osnovnog odseka autoputa

UDALJENOST BOČNIH SMETNJI (m)	F_{BS}					
	SMETNJE SA JEDNE STRANE			SMETNJE SA DVE STRANE		
	ŠIRINA TRAKE (m)					
	3,50	**3,25**	**3,00**	**3,50**	**3,25**	**3,00**
1,75	1,00	0,95	0,90	1,00	0,95	0,90
1,25	0,99	0,94	0,89	0,98	0,93	0,88
0,75	0,97	0,92	0,88	0,95	0,90	0,86
0,00	0,92	0,88	0,84	0,86	0,82	0,78

Prilagodjavanje usled prisustva teretnih vozila u saobraćajnom toku

Praktično idealne vrednosti maksimalnog toka ili kapaciteta moraju se redukovati na račun prisustva teretnih vozila (TV) u saobraćajnom toku. Ovo prilagođavanje se vrši sa faktorom F_{KV} koji se izračunava u dva koraka:

(1) Utvr|uju se ekvivalenti putničkih automobila za teretna vozila i autobuse E_T i rekreativna vozila E_R na bazi studije saobraćajnih i putnih uslova;

(2) Upotrebljavajući vrednosti **E_T** i **E_R** i procenat učešća teretnih i rekreativnih vozila u toku može se izračunati faktor **F_{KV}**.

Uticaj TV na saobraćajni tok zavisi od prosečnog uzdužnog nagiba (UN) i sastava toka. Ekvivalent **E_{KV}** se može odrediti s obzirom na dva slučaja:

- u slučaju da se radi o dugačkim delovima autoputa koji naizmenično sadrže kraće odseke u nagibu UN (usponu i padu) i odseke bez UN, pri čemu UN nisu dovoljno dugački i strmi da bi imali značajan uticaj na uslove u toku na autoputu;
- u slučaju da se radi o odsecima u specifičnim usponima (usponi manji ili veći od 3% i duži od 800m, ili usponi veći od 3% duži od 400m). Ovi odseci se moraju analizirati kao specifični odseci, jer i takvi uslovi mogu imati značajan uticaj na saobraćajni tok i zbog toga se moraju uzeti u obzir.

Metodologija za izračunavanje odgovarajućeg **F_{KV}** data je u sledećim tačkama.

Ekvivalenti putničkih automobila za dugačke delove autoputa u prosečnim uslovima terena

Kada se analiziraju dugački delovi autoputa, s obzirom na terenske uslove, autoput se mora klasifikovati u neku od tri kategorije :

- **RAVNIČARSKI TEREN**. Pružanje trase kroz ravničarski teren omogućavaju TV da održavaju istu brzinu kao PA, što uopšteno uključuje kratke uspone manje od 2%;
- **BRDOVIT TEREN**. Pružanje trase kroz brdovit teren prouzrokuje da teretno vozilo (TV) znatno smanjuje brzinu ispod brzine PA, ali ne prouzrokuje da TV voze brzinom puzenja, nijednog trenutka;
- **PLANINSKI TEREN.** Pružanje trase kroz planinski teren prouzrokuje da veći deo autoputa teretna vozila voze brzinom puzenja.

Brzina puzenja je maksimalna brzina koju kamioni mogu održati na dugačkom usponu sa datim % uspona. Ako su usponi dovoljno dugački vozila će usporiti do brzine puzenja koju mogu održati na velikim dužinama. Na sledećem grafiku (slika 5.6.) prikazana je zavisnost dužine uspona - brzine puzenja - % uspona. Karakteristične krive na grafiku su za kamion 200 lb/hp (124 kg/kNJ). Tipični kamion u ovom poglavlju je od 76 do 91 kg/kNJ (125 do 150 lb/hp). Tačna kategorizacija terena zavisi od samog terena i preovladavajućeg teretnog vozila (TV). Vrednosti ekvivalenata date su u tabeli 5.5.

*Vrednost ekvivalenta **E_T** za konverziju **TV** i **BUS** u **PAJ** i **E_R** za konverziju rekreativnih vozila u **PAJ** Tabela 5.5.*

EKVIVALENTI ZA VRSTU VOZILA	TIP TERENA		
	RAVAN	BRDOVIT	PLANINSKI
E_T za TV i BUS	1,50	3,00	6,00
E_R za rekreativna vozila	1,20	2,00	4,00

Ekvivalenti putničkih automobila za specifične uzdužne nagibe

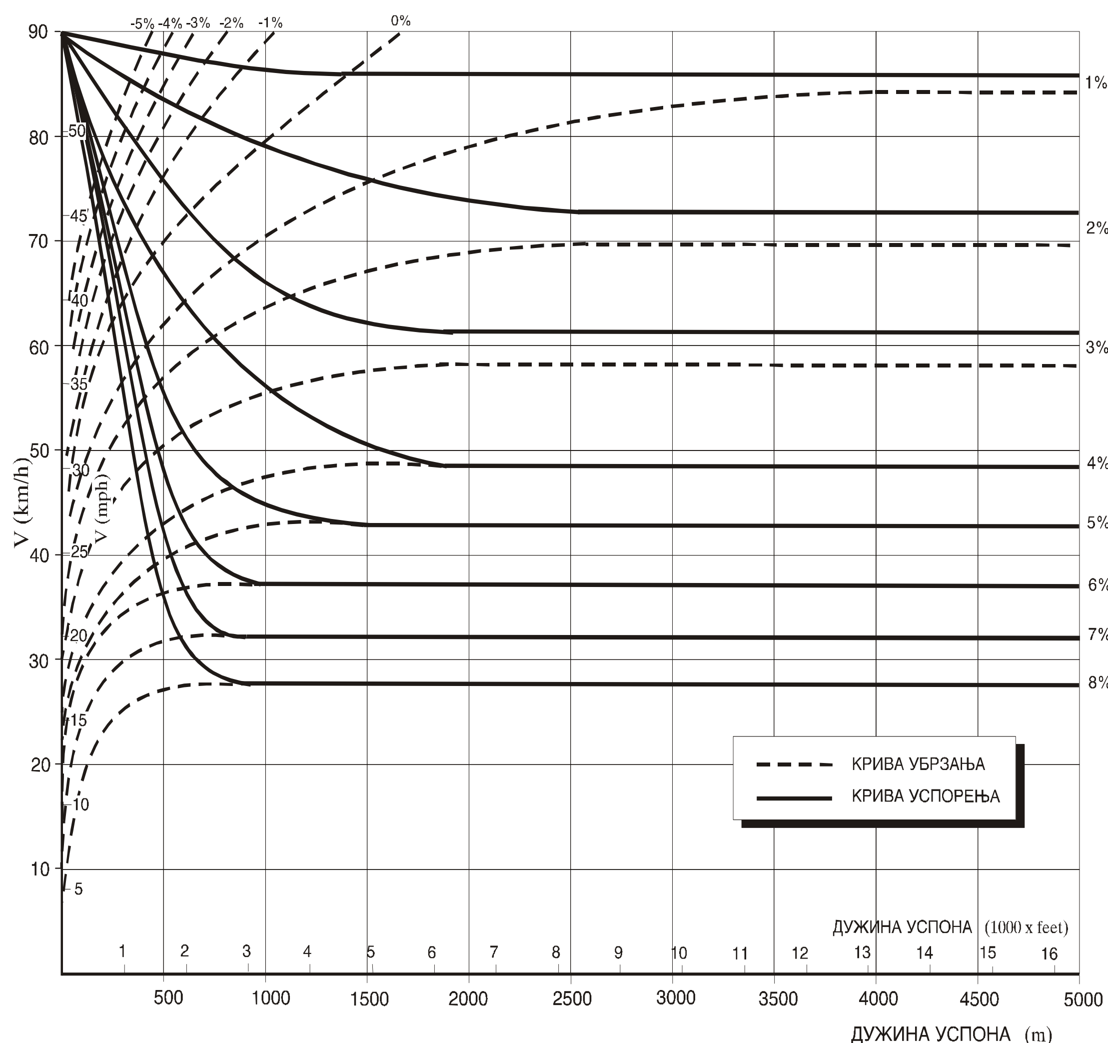
Svaki odsek autoputa sa usponom manjim ili većim od 3% na dužini većoj od 800 (m), ili na usponu >3% na dužini > 400 (m), treba razmatrati kao poseban odsek (segment). Za takve odseke (segmente) analitički postupak mora uzeti u obzir uslove na usponu i padu i da li je uzdužni nagib izolovan ili je deo u nizu uzdužnih nagiba. Performanse TV na UN variraju izme|u kategorija TV i unutar ove kategorije vozila. Više studija je pokazalo da TV vozila imaju srednji odnos kg/kNJ izme|u 76 kg/kNJ i 91 kg/kNJ. Tablične vrednosti ekvivalenata odnose se na mešavinu TV i BUS. Tipičan odnos težina/snaga za rekreativna vozila (R) je 18 - 36 kg/kNJ (30 - 60 lb/hp).

(1) Usponi

U tabelama 5.6. i 5.8. date su vrednosti za E_T i E_R za specifične uzdužne uspone. Ovi faktori se menjaju sa promenom %UN, dužinom UN i sastavom saobraćajnog toka. Maksimalne vrednosti E_T i E_R su u trenutku kad je u toku mali (%TV). Oni se smanjuju sa povećanjem broja TV u toku, zato što TV formiraju kolonu koja ima uniformne karakteristike.

U analizi uspona kritična tačka je obično kraj uspona gde TV imaju maksimalan uticaj na uslove u toku. Ovo nije uvek slučaj. Ako je na UN locirana priključna rampa, tačke uplitanja i isplitanja biće takoļe kritične tačke u analizi.

U slučaju niza uzdužnih nagiba tačka u kojoj TV putuju minimalnom brzinom je kritična tačka za analizu.



Zavisnost dužine uspona - brzine puzenja - % uspona za teretno vozilo 200 lb/hp (124 kg/kNJ).

Vrednost E_R u funkciji uspona (veličine i dužine) i % RV **Tabela 5.6.**

USPON (%)	DUŽINA (km)	E_R*								
		PROCENAT REKREATIVNIH VOZILA								
		2	**4**	**5**	**6**	**8**	**10**	**15**	**20**	**25**
< 2	Sve	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
3	0 - 0,80	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	> 0,80	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,2
4	0 - 0,40	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	0,40-0,80	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5
	> 0,80	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5
5	0 - 0,40	2,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	0,40-0,80	4,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0
	> 0,80	4,5	3,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0
6	0 - 0,40	4,0	3,0	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	1,5
	0,40-0,80	6,0	4,0	4,0	3,5	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0
	> 0,80	6,0	4,5	4,0	4,0	3,5	3,0	3,0	2,5	2,0

*/ četvorotračni i šestotračni autoputevi

(2) Padovi

Postoji par podataka o efektima TV na saobraćajni tok na padu. Ako pad nije dovoljno veliki da prouzrokuje promenu brzine TV, može se posmatrati isto kao deonica u horizontali. Gde ima više velikih padova, TV moraju često da koriste niže stepene prenosa da bi izbegli naglo povećanje brzine i gubitak kontrole. Tabela 5.7. daje vrednosti $\mathbf{E_T}$ za pad. Za vikend vozila pad se tretira isto kao i deonica u horizontali.

Vrednost E_T u funkciji pada (veličine i dužine) i % (TV+BUS) Tabela 5.7.

PAD (%)	DUŽINA (km)	E_T*			
		% (TV+BUS)			
		5	**10**	**15**	**20**
< 4	Sve	1,5	1,5	1,5	1,5
4	< 6,44	1,5	1,5	1,5	1,5
	> 6,44	2,0	2,0	2,0	1,5
5	< 6,44	1,5	1,5	1,5	1,5
	> 6,44	5,5	4,0	4,0	3,0
> 6	< 3,22	1,5	1,5	1,5	1,5
	> 3,22	7,5	6,0	5,5	4,5

*/ četvorotračni i šestotračni autoputevi

(3) Niz uzdužnih nagiba

Vertikalno pružanje trase rezultira kontinualnom serijom UN. ^esto je neophodno naći efekat serije UN u nizu. Za uspone kraće od 1,2 (km) i UN manje od 4%, najtačnija tehnika je izračunavanje srednjeg uspona (ponderisanjem).

Izračunavanje faktora F_{KV}

Kad se odrede vrednosti E_T i E_R, veličina faktora $\mathbf{F_{KV}}$ utvr|uje se po obrascu :

$$F_{KV} = 1 / [1 + P_T\ (E_T - 1) + P_R\ (E_R - 1)]$$

gde je :

F_{KV} -faktor kombinovanog uticaja komercijalnih vozila (TV, BUS i RV) i uzdužnih nagiba na praktični kapacitet osnovnog odseka autoputa,

E_T -ekvivalenti za preračunavanje komercijalnih vozila TV i BUS u PA,

E_R -ekvivalenti za preračunavanje rekreativnih vozila RV u PA,

P_T -procenat učešća TV i BUS u saobraćajnom toku.

P_R -procenat učešća rekreativnih vozila u saobraćajnom toku.

Vrednost E_T u funkciji uspona (veličine i dužine) i % (TV+BUS)

Tabela 5.8.

USPON (%)	Dužina (km)	E_T*								
		% (TV+BUS)								
		2	**4**	**5**	**6**	**8**	**10**	**15**	**20**	**25**
≤ 2	svi	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
2	0 - 0,40	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	0,40-0,80	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	0,80-1,21	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	1,21-1,61	2,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	1,61-2,41	4,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0
	> 2,41	4,5	4,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0
3	0 - 0,40	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	0,40-0,80	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5
	0,80-1,21	6,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,0	2,5	2,5	2,0
	1,21-1,61	7,5	5,5	5,0	4,5	4,0	4,0	3,5	3,0	3,0
	1,61-2,41	8,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	4,0	3,5	3,0
	> 2,41	8,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
4	0 - 0,40	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	0,40-0,80	5,5	4,0	4,0	3,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5
	0,80-1,21	9,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
	1,21-1,61	10,5	8,0	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
	> 1,61	11,0	8,0	7,5	7,0	6,0	6,0	5,0	5,0	4,5
5	0 - 0,40	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	0,40-0,53	6,0	4,5	4,0	4,0	3,5	3,0	3,0	2,5	2,0
	0,53-0,80	9,0	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
	0,80-1,21	12,5	9,0	8,5	8,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0
	1,21-1,61	13,0	9,5	9,0	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5
	> 1,61	13,0	9,5	9,0	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5
6	0 - 0,40	4,5	3,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0
	0,40-0,53	9,0	6,5	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0	3,5	3,0
	0,53-0,80	12,5	9,5	8,5	8,0	7,0	6,5	6,0	6,0	5,5
	0,80-1,21	15,0	11,0	10,0	9,5	9,0	8,0	8,0	7,5	6,5
	1,21-1,61	15,0	11,0	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	6,5
	> 1,61	15,0	11,0	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	6,5

*/ četvorotračni i šestotračni autoputevi

Prilagodjavanje usled učešća vozača u toku koji ne sedaju za volan svakodnevno

Karakteristike saobraćajnog toka za koje su definisani kriterijumi *Nivoa Usluge* reprezentuju svakodnevne vozače u svakodnevnom regularnom toku. Generalno je prihvaćeno da saobraćajni tok sa drugim karakteristikama vozača koristi autoput sa manje efikasnosti. Meļutim, podaci su retki i predstavljaju potvrdu da je kapacitet jedne trake autoputa u

"rekreativnim krajevima" preko vikenda 1500 voz/h. Može se zaključiti da se generalno smanjenje kapaciteta proširuje i na smanjenje drugih pokazatelja *Nivoa Usluge*.

Faktor $\mathbf{F_V}$ se upotrebljava da prikaže taj uticaj i dat je u tabeli 5.9. Neophodna je procena u odre|ivanju vrednosti F_V. Gde je potrebna velika tačnost preporučuje se studija o svakodnevnim i vikend vozačima u saobraćajnom toku.

Vrednosti faktora F_V *kojim se iskazuje kvantitativni uticaj karakteristika vozača na kapacitet*
Tabela 5.9.

TIP TOKA sa aspekta vozača	$\mathbf{F_V}$
Poslovna putovanja sa vozačima koji svakodnevno voze	1,00
Rekreativni tokovi, sa vikend vozačima	0,75 - 0,99

Definisanje osnovnih odseka (segmenata) i obrazaca

Definisanje osnovnih odseka (segmenata) na postojećem ili projektovanom autoputu u sprovo|enju operativnih analiza

Bilo koja analiza kapaciteta ili *Nivoa Usluge* zahteva ispitivanje delova autoputa sa uniformnim putnim i saobraćajnim uslovima. Tako je npr. bilo koja promena saobraćajnih ili putnih uslova dobar razlog za uvo|enje novog odseka (segmenta). Postoji veći broj činilaca autoputa koji formiraju prirodnu granicu izme|u uniformnih odseka (segmenata). Svaka rampa je takva granica. Početak i kraj specifičnog usamljenog UN ili niza UN tako|e predstavlja granicu izme|u odseka (segmenata). Svaka tačka u kojoj se menja bilo koji od saobraćajnih i putnih uslova je granica izme|u uniformnih odseka (segmenata).

Prezentovana metodologija može se upotrebiti za operativne analize, projektovanje i planiranje. Operativnom analizom se utvrđuju maksimalni protok pri raznim *Nivoima Usluge*, eksploataciona brzina i gustina na postojećem ili projektovanom autoputu.

U projektovanju autoputa odre|enih geometrijskih standarda (definisanih slobodnom brzinom), prognozirani saobraćajni tokovi upotrebljavaju se za odre|ivanje potrebnog broja traka za zahtevani *Nivo Usluge.*

Predmet planerske analize je u osnovi isti kao i u projektovanju, a to je odre|ivanje broja traka pri zahtevanom *Nivou Usluge*. Razlika izme|u planerske i projektne analize je u nivou detaljnosti dostupnih podataka, pre svega podataka o prosečnom godišnjem dnevnom saobraćaju (PGDS). U planiranju autoputeva PGDS je osnovni polazni podatak (sa malim poznavanjem strukture i časovne neravnomernosti toka). Analize merodavnog projektnog časovnog protoka po smerovima-qi$\mathbf{j}_m$ u planiranju grublje su nego u projektovanju.

Procedura primenjena u operativnim analziama za postojeće osnovne odseke autoputeva

U **operativnim analizama** postojeći ili očekivani *Nivo Usluge* utvr|uje se na bazi poznatih geometrijskih karakteristika za postojeći autoput i procenjenih za budući autoput, kao i na bazi dostignutih ili prognoziranih veličina i karakteristika saobraćajnog toka. Utvr|ivanje slobodne brzine može biti zasnovano na merenjima ili na bazi generalnog poznavanja lokalnih karakteristika.

Procedura analize zasniva se na sledećim koracima :

(1) Identifikuje se pripadajuća kriva sa slike 5.5. koja odgovara posmatranom postojećem ili budućem odseku (segmentu) autoputa;

(2) Identifikuju se sve ostale informacije o položaju posmatranog postojećeg ili budućeg odseka (segmenta) autoputa;

(3) Identifikuju se postojeće karakteristike saobraćaja (veličina protoka, FVS, %TV, %BUS i rekreativnih vozila);

(4) Identifikuju se geometrijske karakteristike posmatranog odseka (segmenta) autoputa, postojećeg ili budućeg;

(5) Na osnovu podataka od (1.) do (4.) odre|uju se vrednosti faktora F_{BS} , F_{KV} i F_V ;

(6) Korišćenjem jednačine [5.4.] vrši se proračun efektivne vrednosti Mq_{NUi}. Upotrebom ove vrednosti i korišćenjem odgovarajuće krive BRZINA - TOK utvr|ene u *prvom koraku* determinišu se *Nivo Usluge* i prosečna brzina. Ova brzina odgovara praktično idealnim uslovima;

(7) Korišćenjem Mq_{NUi} i idealne brzine izračunava se ekvivalentna idealna gustina. Ove vrednosti su izražene u PAJ na jedinicu dužine po traci;

(8) Vrši se prilago|avanje idealne gustine izražene u PAJ na jedinicu dužine po traci u gustinu izraženu u broju vozila na jedinicu dužine po traci;

(9) Ocena preovla|ujuće brzine u saobraćju je pokazana.

U koraku (7.) i (9.) upotrebljavaju se generalne relacije : $\mathbf{q_m = V \times g}$.

Procedura primenjena u analizama za projektovanje osnovnih odseka autoputa

Primena procedure u projektovanju zasniva se na informacijama koje se moraju izračunati, a odnose se na $\mathbf{q_m}$ i karakteristike saobraćajnog toka kao što su % kamiona i autobusa, % rekreativnih vozila i veličine faktora vršnog saobraćaja. U procedurama projektovanja napred navedene informacije zasnivaju se na prognoziranju istih. Geometrijski elementi koji se primenjuju u projektovanju autoputa moraju u kompletu odgovarati odgovarajućim projektnim standardima u pogledu širine traka, udaljenosti bočnih smetnji i projektne brzine.
Slobodna brzina mora biti zasnovana na lokalnim podacima o terenskim uslovima. Na slici 5.5. prikazane su krivulje za 4 tipična slučaja slobodnih brzina.

Željeni ili očekivani *Nivo Usluge* predstavlja ulaznu informaciju u projektnoj analizi. Mnogi faktori uticaja na *Nivo Usluge i kapacitet* mogu biti kontrolisani u projektnoj analizi. Različiti geometrijski uslovi i uslovi okruženja mogu uticati na potreban broj traka projektovanog autoputa.

U procesu analize koja se primenjuje u projektovanju koriste se koraci koji podrazumevaju :

(1) Definisanje slobodne brzine autoputa;

(2) Identifikaciju svih podataka o položaju autoputa, uključujući ime objekta i identifikujući odsek (segment), planerski period i dr;

(3) Predviđanje karakteristika saobraćajnog toka koji ulaze u analizu, uključujući Q_m u vozilima na čas, zatim predviđanje vrednosti FVS, %TV, %BUS i % rekreativnih vozila;

(4) Definisanje projektnih standarda autoputa, uključujući širinu traka, udaljenost bočnih smetnji i terenske uslove, odnosno definisanje specifičnih uzdužnih nagiba oslanjajući se na uputstva o projektovanju;

(5) Utvrđivanje vrednosti faktora $\mathbf{F_{BS}}$ **,** $\mathbf{F_{KV}}$ i $\mathbf{F_V}$;

(6) Upotrebom jednačine [5.4.] utvrđuje se broj traka po smeru autoputa (2, 3 ili više).

Procedura primenjena u planiranju

Planerska analiza je usmerena na određivanje broja saobraćajnih traka koje će zadovoljiti zahteve planiranog saobraćaja na željenom *Nivou Usluge.* Razlikuje se od projektne analize zato što analitičar ima dostupne podatke samo o PGDS-u sa globalno definisanim karakteristikama planiranog autoputa.

Primena analize kapaciteta i *Nivoa Usluge* u planiranju ista je kao u projektovanju i operativnoj analizi. Planirane veličine budućeg PGDS transformišu se u LJm, upotrebom prognozirane vrednosti K **[**proporcija od PGDS za vreme merodavnog vršnog časa**]** i D (procenat - koeficijent toka u opterećenijem smeru u projektnom vršnom časovnom toku) kako sledi :

$$\mathbf{Q_m = PGDS \times K \times D} \quad \text{..} \quad [5.10.]$$

Normalna vrednost K kreće se od 8 - 9% (tj., od 0,08 do 0,09) u urbanim područjima, dok se u vangradskim uslovima vrednost K kreće u rasponu od 15 - 20% (tj., od 0,15 do 0,20) . Vrednost faktora D varira od oko 52% do 80% (tj., od 0,52 do 0,80) u vangradskim uslovima.

Novo-klasični obrasci za analizu praktičnog kapaciteta i *Nivoa Usluge* osnovnih odseka autoputa

Novo-klasični obrasci za proračun praktičnog kapaciteta osnovnih odseka autoputa

$$C = V_C \times g_C \quad ....$$

gde je:

V_C - prosečna brzina toka pri praktičnom kapacitetu;

g_C - prosečna gustina toka pri praktičnom kapacitetu;

Obrasci za proračun brzine toka pri praktičnom kapacitetu osnovnih odseka autoputa

c) F_{BS} -faktor uticaja bočnih smetnji na brzinu pri kapacitetu;

(1) STANDARDNI SLU^AJEVI

Za osnovne odseke autoputa na kojima je $V_{sl} \geq 70$km/h, brzina pri kapacitetu izračunava se po sledećem obrascu:

$$V_c = V_{Co} \times F_{št} \times F_{BS} \times F_N \times F_V$$

gde je:

a) V_{Co} -brzina pri baznom kapacitetu osnovnog odseka u praktično idealnim uslovima[1];

$V_{Co}=F(V_{sl})$;

Табела 5.10.

V_{sl} (km/h)	V_{Co}(km/h)
≥115	85
≥105	80
≥95	75
≥85	70

b) $F_{[T}$ -faktor uticaja širine trake na brzinu pri kapacitetu;

Табела 5.11.

št	$F_{št}$
3,50	1,00
3,25	0,95
3,00	0,90

c) F_{BS} -faktor uticaja bočnih smetnji na brzinu pri kapacitetu;

Табела 5.12.

BS	F_{BS}	
	са једне стране	са две стране
1,75	1,00	1,00
1,50	0,99	0,98
1,00	0,98	0,97
0,75	0,97	0,96

d) F_N -faktor uticaja broja traka na brzinu pri kapacitetu;

Табела 5.13.

N	F_N
2	1,00
3	0,98
4	0,97

[1]
- минимална ширина траке 3,50m ,
- минимална удаљеност бо□них сметњи 1,75m,
- један низ возила,
- хомоген саобра□ајни ток (100% PA) и
- да у саставу воза□а доминирају воза□и који свакодневно возе.

e) F_V -faktor uticaja karakteristika vozača na brzinu pri kapacitetu;

Табела 5.14.

ВОЗАЧИ	F_V
Свакодневни	1,00
Викенд	0,75-0,99

(2) SPECIJALNI SLUČAJEVI

A) Za odseke autoputa u specifičnom uzdužnom nagibu za V_{UN}<70 (km/h);

$$V_C=V_{UN} \times F_{UN}$$

gde je:

a) V_{UN} -brzina merodavnog teretnog vozila na kraju specifičnog uspona; [UN(%) i dužina uspona l_{UN} (m)]; *Tabela 5.15.*

l (m)	UN (%)												
	2,0	***2,5***	***3,0***	***3,5***	***4,0***	***4,5***	***5,0***	***5,5***	***6,0***	***6,5***	***7,0***	***7,5***	***8,0***
0-50	88	88	87	86	85	85	85	85	84	84	84	84	83
50-100	87	87	86	85	83	83	82	82	81	81	81	81	80
100-150	86	85	84	82	80	80	79	78	77	77	76	75	74
150-200	86	85	83	80	77	76	75	74	73	72	71	70	68
200-250	85	83	81	78	75	74	72	71	69	68	66	64	62
250-300	84	82	80	77	73	71	68	66	64	63	61	58	55
300-350	84	81	78	75	71	68	64	62	59	58	56	53	49
350-400	83	80	76	73	69	65	60	58	55	53	50	47	44
400-600	82	77	72	68	63	57	51	47	43	40	37	35	32
600-800	80	74	68	64	59	53	47	43	39	36	33	31	28
800-1000	79	72	65	61	56	51	45	42	38	36	33	31	28
1000-1200	77	71	64	59	53	49	44	41	38	36	33	31	28
1200-1400	76	70	63	57	51	47	43	41	38	36	33	31	28
1400-1600	75	69	62	56	50	46	42	40	38	36	33	31	28
1600-1800	74	68	62	56	49	46	42	40	38	36	33	31	28
>1800	73	68	62	56	49	46	42	40	38	36	33	31	28

b) F_{UN} -faktor kojim se brzina merodavnog vozila na uzdužnom nagibu svodi na brzinu pri kapacitetu; *Tabela 5.16.*

V_{UN} (km/h)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
F_{UN}	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95

B) Za odseke autoputa u specifičnim krivinama za V_R<70 (km/h);

$$V_C=V_R \times F_R$$ .... [5.14.]

gde je:

a) V_R -brzina merodavnog vozila na izlazu iz specifične krivine radijusa R (m);

Tabela 5.17.

R_{min} (m)	20	40	70	120	180
V_R (km/h)	30	40	50	60	70

b) F_R -faktor kojim se brzina merodavnog vozila u specifičnoj krivini svodi na brzinu pri kapacitetu; *Tabela 5.18.*

V_R (km/h)	30	40	50	60	70
F_R	0,87	0,89	0,91	0,93	0,95

Obrazac za proračun gustine pri praktičnom kapacitetu osnovnih odseka autoputa

(1) STANDARDNI SLU^AJEVI

Za osnovne odseke autoputa na kojima je $V_{sl} \geq 70$km/h;

$$g_C = g_{Co} \times N \times F_{KV}$$

gde je:

a) g_{Co} - gustina pri baznom kapacitetu osnovnog odseka autoputa; $g_{Co} = f(V_{sl})$

Табела 5.19.

V_{sl} (km/h)	g_{Co} (Pa/km/tr)
≥115	25,88
≥105	27,50
≥95	29,33
≥85	31,43

b) N - broj traka u jednom smeru;

c) F_{KV} -faktor uticaja komercijalnih vozila na gustinu toka pri kapacitetu

Tabela 5.20.

KV (%)	F_{KV}
0	1,000
2	0,995
4	0,990
6	0,985
8	0,980
10	0,975
12	0,970
14	0,965
16	0,960
18	0,955
20	0,950
24	0,940
28	0,930
32	0,920
36	0,910
40	0,900
50	0,885
60	0,870
70	0,845
80	0,820
90	0,795
100	0,770

(2) SPECIJALNI SLUćAJEVI

A. ZA ODSEKE AUTOPUTA NA UZDUŽNIM NAGIBIMA

$$g_C = g_{Co} \times F_{gUN} \times N \times F_{KV}$$

gde je:

a) g_{Co} =31,43 (PA/km/tr)

b) F_{gUN} -faktor uticaja uzdužnih nagiba na gustinu pri praktičnom kapacitetu autoputa na odsecima u uzdužnim nagibima, F_{gUN}= f [$V_{(UN)}$]

F_{gUN} -faktor uticaja uzdužnih nagiba na gustinu pri praktičnom kapacitetu

Tabela 5.21.

V_{UN} (km/h)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
F_{gUN}	**1,32**	**1,28**	**1,24**	**1,20**	**1,16**	**1,12**	**1,08**	**1,05**	**1,02**	**1,00**

c) N -broj traka u jednom smeru;

d) F_{KV} -faktor uticaja komercijalnih vozila na gustinu toka pri kapacitetu (ove vrednosti su iste kao za standardne slučajeve date u tabeli 5.20.)

B. ZA ODSEKE AUTOPUTA U KRIVINAMA

$$g_C = g_{Co} \times F_{gR} \times N \times F_{KV.}$$

gde je:

a) g_{Co} =31,43 (PA/km/tr)

b) F_{gR} -faktor uticaja krivina na gustinu pri praktičnom kapacitetu autoputa na odsecima u krivinama, F_{gR} = f [$V_{(R)}$]

F_{gR} -faktor uticaja krivina na gustinu pri praktičnom kapacitetu

Tabela 5.22.

V_R (km/h)	30	40	50	60	70
F_{gR}	1,28	1,20	1,12	1,05	1,00

c) N -broj traka u jednom smeru;

d) F_{KV} -faktor uticaja komercijalnih vozila na gustinu toka pri kapacitetu (ove vrednosti su iste kao za standardne slučajeve date u tabeli 5.20.)

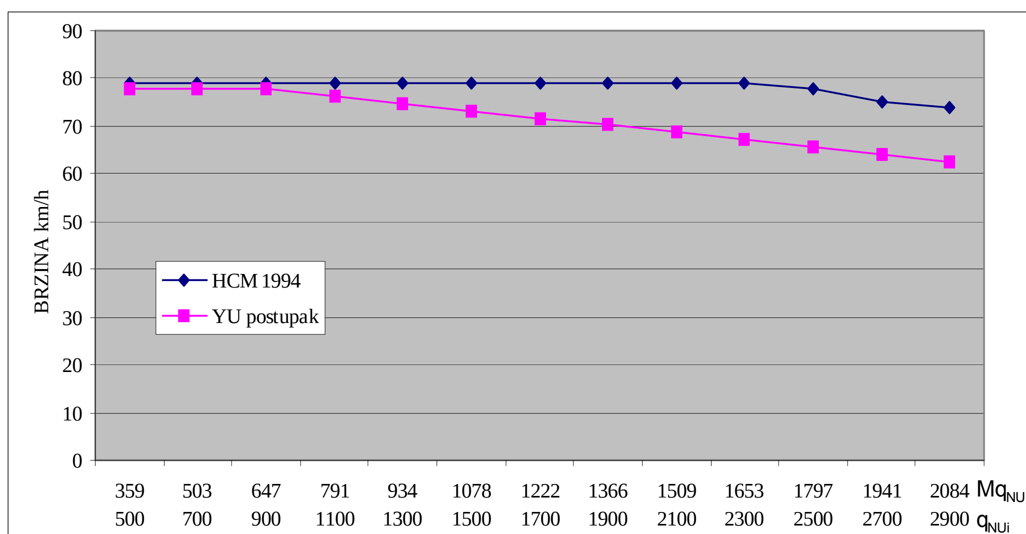
Novo-klasični obrasci za proračun maksimalne veličine toka pri višim *Nivoima Usluge* osnovnih odseka autoputa

$q_{NUi} = V_c \times g_c \times (q/C)_i$ (voz/h/u jednom smeru)..............................[5.18.]

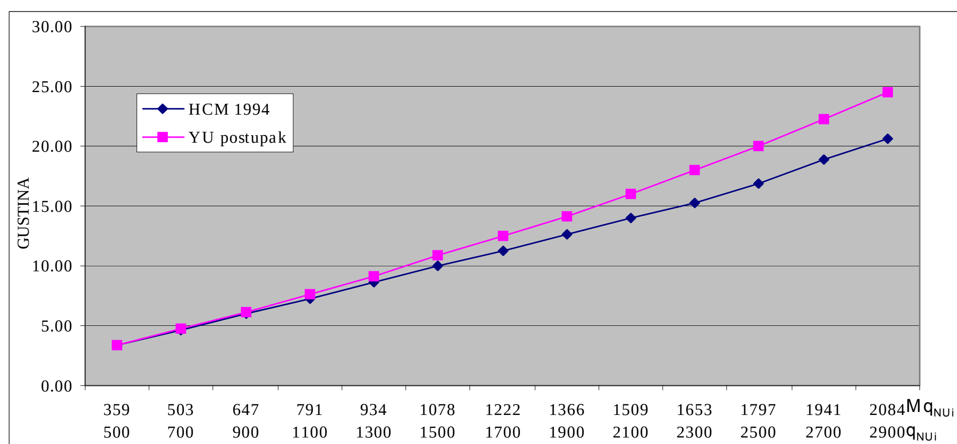
gde je:

$(q/C)_i$ -relacija tok/kapacitet pri Nivou Usluge *(i)*

Nivo Usluge	MAKSIMALNA VREDNOST RELACIJE **qj/C** U STANDARDNIM SLU^AJEVIMA			
	$V_{SL} \geq 115$	$V_{SL} \geq 105$	$V_{SL} \geq 95$	$V_{SL} \geq 85$
A	0,323	0,295	0,268	0,241
B	0,491	0,490	0,418	0,373
C	0,677	0,634	0,586	0,541
D	0,836	0,791	0,736	0,691
E	1,00	1,00	1,00	1,00



Slika 5.7 *Zavisnost brzina-tok po dva postupka*



Slika 5.8 *Zavisnost gustina-tok po dva postupka*

lj_{NUi}

ANALIZA KAPACITETA DEONICA AUTOPUTEVA PO NOVO-KLASIČNOM POSTUPKU I HCM-1994.G.

